УДК 658.13 https://doi.org/10.23947/2541-9129-2021-2-50-57

Электронный контроль диспетчерского расписания как средство уменьшения выбросов вредных веществ в атмосферу

С. И. Попов[1], Г. А. Гальченко[1], Ю. В. Марченко[1], Д. С. Дроздов[2]

[1]Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

[2]Южный федеральный университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Введение. Загрязнение окружающей среды транспортными средствами — один из главных и важных вопросов. На первый план по количеству вредных веществ, которые выбрасываются в атмосферу, стоит автомобильный транспорт. Железнодорожный транспорт загрязняет окружающую среду на 3 %, самолеты — на 6 % от общего количества. Остальную часть загрязнений вносит автомобильный транспорт. Как известно, максимальное количество вредных веществ выбрасывается в режиме холостой работы двигателя, т.е. при простоях на остановках. Улучшение экологической ситуации на транспортных магистралях возможно путем оптимизации движения городского общественного транспорта.

Постановка задачи. Была поставлена задача — разработать проект, позволяющий исключить нарушения выполнения диспетчерского графика движения городских автобусов. Для контроля за соблюдением диспетчерского расписания предложено использовать разработанную авторами компьютерную программу «Линейный диспетчер» и мобильное приложение.

Теоретическая часть. Проведенные натурные наблюдения на одном из напряженных участков транспортных артерий г. Ростова-на-Дону — кольцо на пересечении улиц Вавилова и Королева — показывает какое количество автобусов только на одном участке производит вредные выбросы, простаивает на остановке, не выполняет диспетчерское расписание, и, тем самым, ухудшает экологическую обстановку в городе. Авторами разработана компьютерная программа «Линейный диспетчер», которая позволяет: загружать карту города, района, информацию об остановках на маршруте и расписание движения; выбирать необходимый маршрут; осуществлять контроль за движением автобуса во временных рамках расписания. Мобильное приложение может быть установлено на любом смартфоне водителя и диспетчера.

Выводы. Предложено практическое решение для оптимизации деятельности общественного транспорта, которое позволит устранить простои на остановках за счет электронного контроля выполнения диспетчерского расписания и уменьшить выбросы вредных веществ городским общественным транспортом.

Ключевые слова: экология, транспорт, загрязняющие выбросы, программный продукт, мобильное приложение.

Для цитирования: Электронный контроль диспетчерского расписания как средство уменьшения выбросов вредных веществ в атмосферу / С. И. Попов, Г. А. Гальченко, Ю. В. Марченко, Д. С. Дроздов // Безопасность техногенных и природных систем. — 2021. — № 2. — С. 50–57. https://doi.org/10.23947/2541-9129-2021-2-50-57

Electronic control of the dispatch schedule as means of reduction of emissions of harmful substances by buses

S. I. Popov[1], G. A. Galchenko[1], Yu. V. Marchenko[1], D. S. Drozdov[2]

[1] Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

[2] Southern Federal University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Introduction. Environmental contamination by vehicles is one of the main and important questions. Road transport is on the first place by quantity of harmful substances released into the atmosphere. The railway transportation pollutes environment by 3 %, planes — by 6 % from the total amount of pollution. The rest is motor transport. As it is known, the maximum quantity of harmful substances is thrown out in an idle mode of work of the engine, i.e. at idle times at stops. The improvement of an ecological situation on transport highways is possible by the optimization of movement of city public transport.

Problem Statement. The task was to develop a project that allows you to eliminate violations of the dispatch schedule of city buses. It is proposed to use the computer program "Line Dispatcher" developed by the authors and a mobile application to monitor the compliance with the dispatch schedule.

Theoretical Part. The field observations carried out on one of the most intense sections of the transport arteries of Rostov-on-Don — the ring at the intersection of Vavilova and Koroleva streets — show how many buses produce harmful emissions only on one section, stand idle at the stop, do not fulfill the dispatching schedule, and, thereby, worsen the environmental situation in the city. The authors have developed a computer program "Line Dispatcher", which allows you to: download a map of the city or a district, the information about the stops on the route and the timetable; choose the desired route; monitor the movement of the bus according to the schedule. The mobile app can be installed on any smartphone of the driver and dispatcher.
Conclusion. A practical solution is proposed to optimize the activity of public transport, which will eliminate downtime at stops due to electronic control of the dispatch schedule and reduce emissions of harmful substances by urban public transport.

Keywords: ecology, transport, polluting emissions, software product, mobile application.

For citation: Popov S. I., Galchenko G. A., Marchenko Yu. V., Drozdov D. S. Electronic control of the dispatch schedule as means of reduction of emissions of harmful substances by buses; Safety of Technogenic and Natural Systems. 2021;2:50-57. https://doi.org/10.23947/2541-9129-2021-2-50-57

Введение. В современном обществе заметно повышается качество и надежность транспортных средств. Одновременно на улицах больших городов значительно увеличивается интенсивность транспортного движения. В атмосферу, открытые водоемы, подземные воды и почву поступают различные твердые, жидкие и газообразные отходы в виде соединений серы, азота, свинца, а также сажа и различные углеводороды. Экологическая обстановка ухудшается в результате работы различных транспортных комплексов.

В Ростове-на-Дону имеется 110 городских автобусных маршрутов, в пределах агломерации «Большой Ростов» — более пятисот. Кроме того, из Ростова в разные города отправляется более 250 рейсов. Несмотря на проводимые мероприятия по защите экологии, количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от автотранспортных средств увеличивается в год в среднем на 4,1 %. В результате по Российской Федерации от автотранспорта за год в атмосферу поступает огромное количество канцерогенных веществ: 29 тыс. т бензола, 19,5 тыс. т формальдегида, 1,9 т бензпирена и 7 тыс. т свинца. В целом, общее количество вредных веществ, ежегодно выбрасываемых автомобилями, превышает цифру в 27 млн. т. [1–4].

Постановка задачи. Проведенные натурные наблюдения на одном из напряженных участков транспортных артерий г. Ростова-на-Дону (кольцо на пересечении улиц Вавилова и Королева) показывают, что вредные выбросы производят большое количество автотранспорта.

Были проведены натурные наблюдения на различных автобусных маршрутах с целью зафиксировать реальное время стоянки автобусов на остановочных комплексах. Если среднее время стоянки составляет 0,47 мин, то на загруженных перекрестках многие автобусы простаивают от 3,48 до 4,11 мин и более. Водители нарушают график движения, стараясь заполнить автобус как можно полнее.

Необходимо, используя современные цифровые технологии, разработать проект, позволяющий исключить нарушения выполнения диспетчерского графика движения городских автобусов. Для контроля над соблюдением диспетчерского расписания предлагается использовать разработанную авторами компьютерную программу «Линейный диспетчер» и мобильное приложение к данной программе.

Теоретическая часть. На участке кольца на пересечении улиц Вавилова и Королева проведены натурные наблюдения, которые позволили провести анализ транспортной ситуации, представленный на рис. 1–2.

Наблюдения проводились в понедельник, среду и пятницу в утренние часы с 7.30 ч до 9.00 ч и в вечерние часы с 17.00 ч до 19.00 ч. На рис. 1 представлено количество легковых, грузовых автомобилей и велосипедистов в указанные выше дни и часы. На рис. 2 — количество автобусов в утренние и вечерние часы.

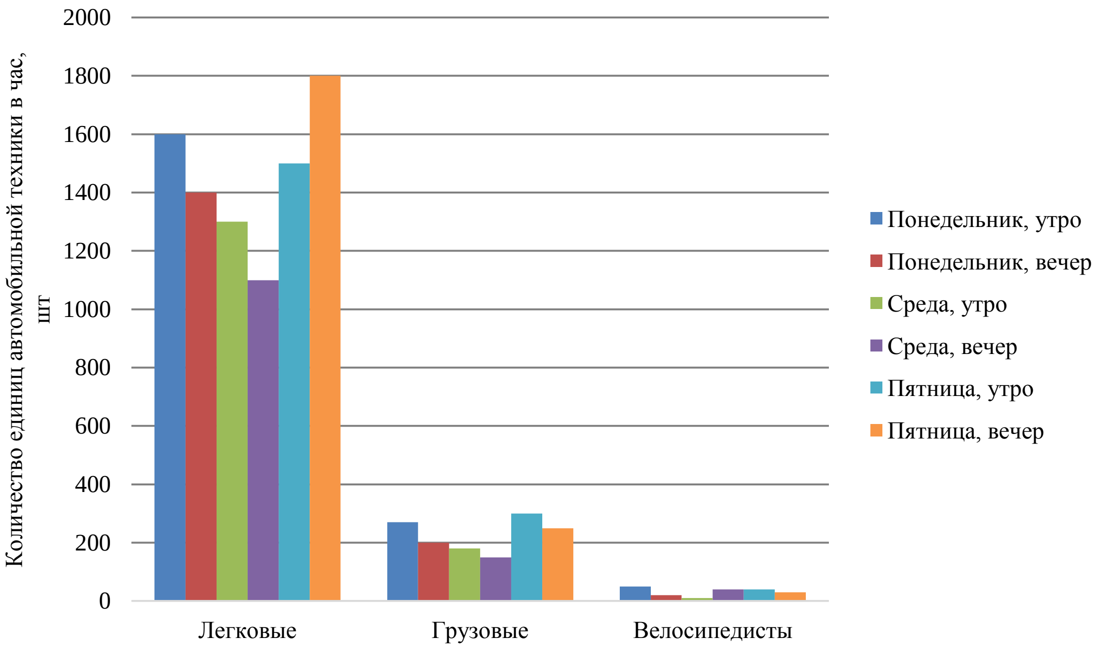


Рис. 1. Количество автомобилей на участке ул. Вавилова-ул. Королева

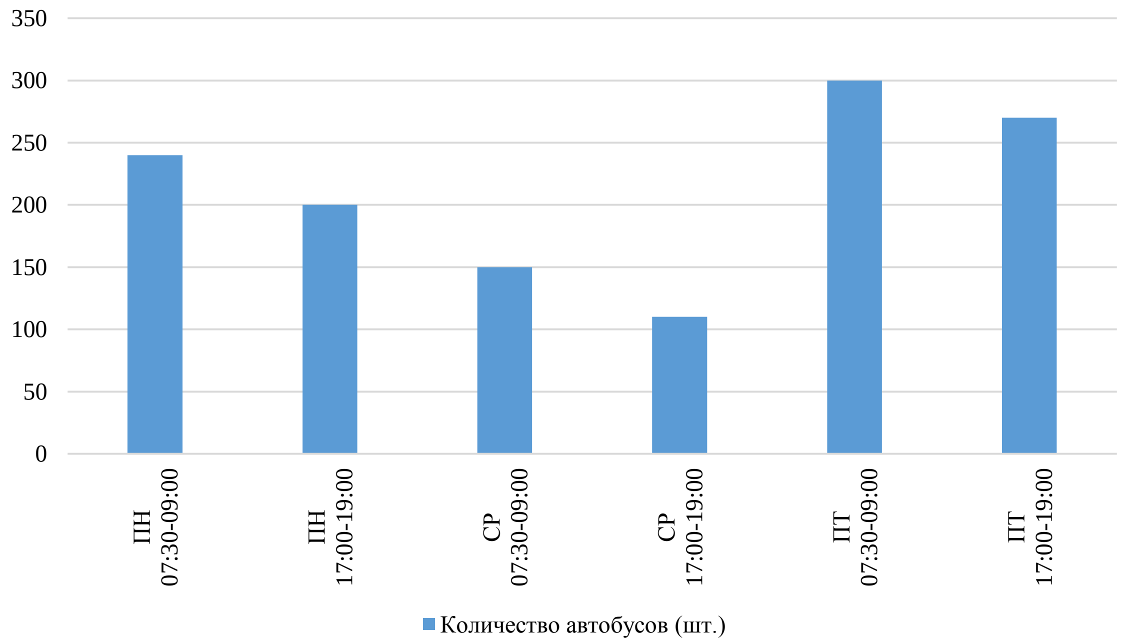


Рис. 2. Количество автобусов на кольце
на пересечении улиц Вавилова и Королева в различные периоды времени

Улучшение экологической ситуации на транспортных магистралях возможно путем оптимизации движения городского общественного транспорта [5–12]. На линиях работают линейные диспетчеры, которые обязаны регулировать движение. Полностью отказаться от работы линейных диспетчеров и перейти на электронную систему контроля за графиком движения, по словам директора департамента транспорта г. Ростов-на-Дону, пока не представляется возможным. Единственным предприятием, которому это удалось, является АТП-3. Автобусы данного предприятия, следующие по маршрутам № 96 и № 94, курсируют чётко и без простоев.

В данной работе предлагается программный комплекс «Линейный диспетчер» и мобильное приложение, которое может быть установлено на телефоне у водителя и диспетчера. Это позволит диспетчеру

отслеживать выполнение графика движения, ликвидировать длинные простои на остановках в погоне за прибылью.

Программный продукт «Линейный диспетчер». Учитывая сложившуюся в городе ситуацию с движением общественного транспорта, предложена компьютерная программа на языке C++, позволяющая контролировать точность выполнения расписания движения на маршруте и заменить линейных диспетчеров. Программа позволяет:

— загрузить карту выбранного города или района;

— выбрать необходимый маршрут;

— считать из базы данных сведения об остановках на этом маршруте;

— загрузить расписание движения на данном маршруте;

— осуществить контроль за движением автобуса во временных рамках расписания;

— сообщить водителю с помощью сигнальной лампочки (красный или зеленый цвет) о том, что еще можно стоять на остановке или пора отправляться;

— передать информацию диспетчеру.

На рис. 3 представлено начальное меню программы. Из вертикального меню необходимо выбрать номер маршрута автобуса. После выбора номера маршрута автобуса доступен список всех остановок выбранного номера маршрута (рис. 4).

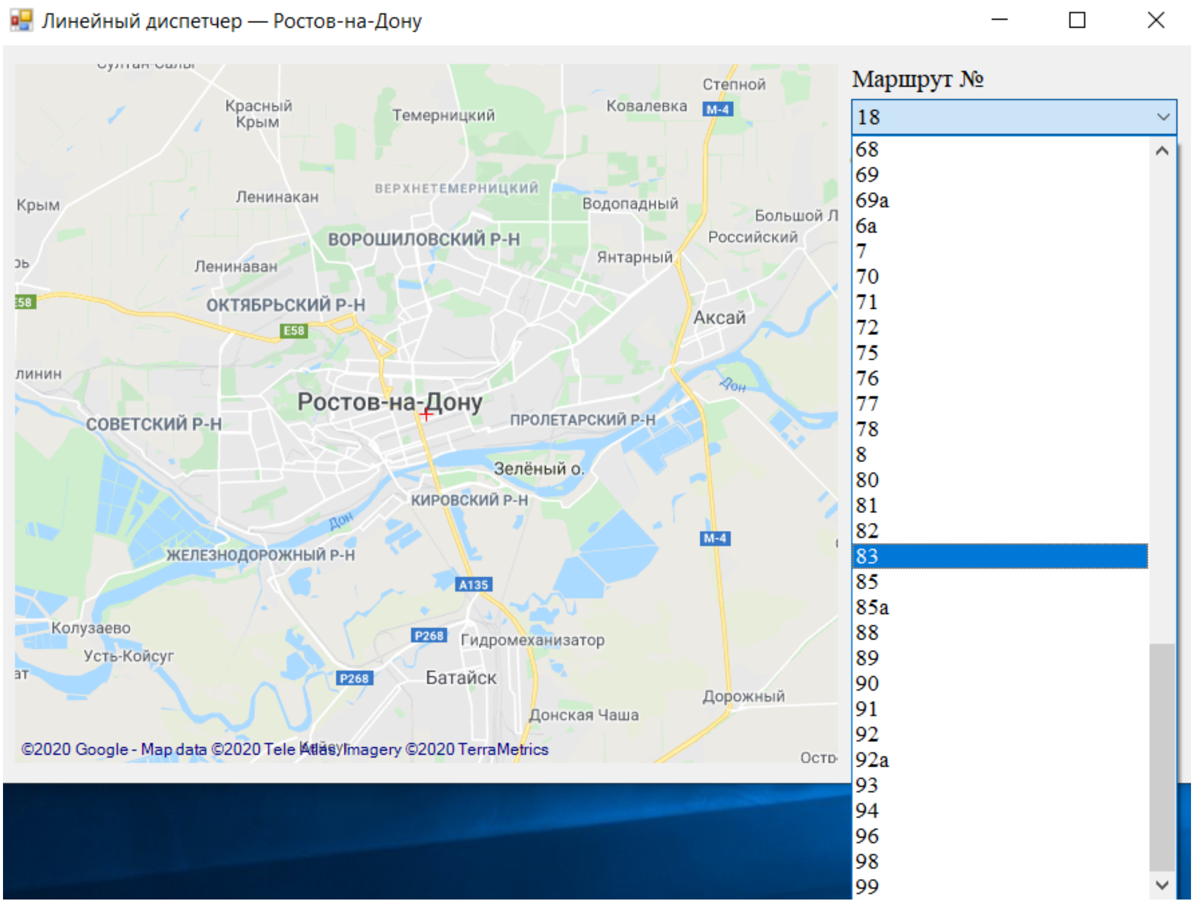


Рис. 3. Меню программы с картой выбранного города и номерами автобусных маршрутов

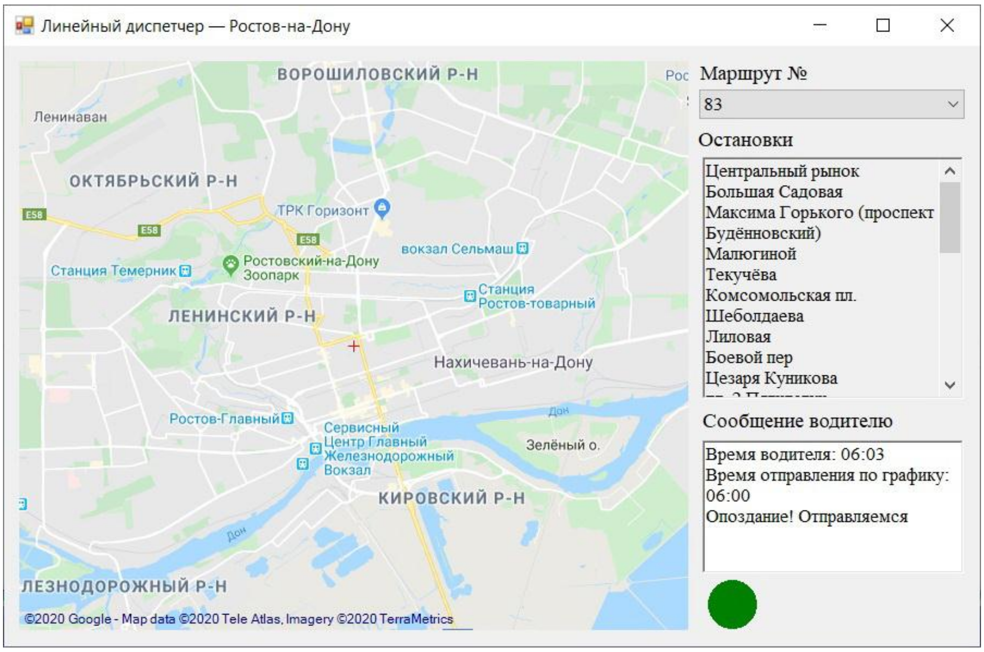


Рис. 4. Окно программы с картой города и остановками на выбранном маршруте

В окне «Сообщение водителю» отображается информация о следовании графику. Возможны две ситуации: движение с опережением и отставание. Окно программы в обоих случаях представлено ниже.

Мобильное приложение для связи водителя и диспетчера. Для обеспечения соблюдения графика движения на маршруте, устранения простоев на остановках и скопления транспорта на остановочных комплексах разработано мобильное приложение. Мобильное приложение может быть установлено на любом смартфоне водителя и диспетчера. Получив сообщение о нарушении графика движения, диспетчер может связаться с водителем и выяснить причины. Водитель также может связаться с диспетчером. Кроме того, в случае нарушения графика движения, сообщения могут автоматически отправляться диспетчеру. Перед началом рейса водитель или диспетчер открывает страницу с формой для входа. Необходимо заполнить все поля. После заполнения полей, а также информации о водителе на данном маршруте появляется выпадающий список номеров автобусов в данном населенном пункте. На рис. 5–6 представлены скриншоты приложения, работающего на ОС Android.

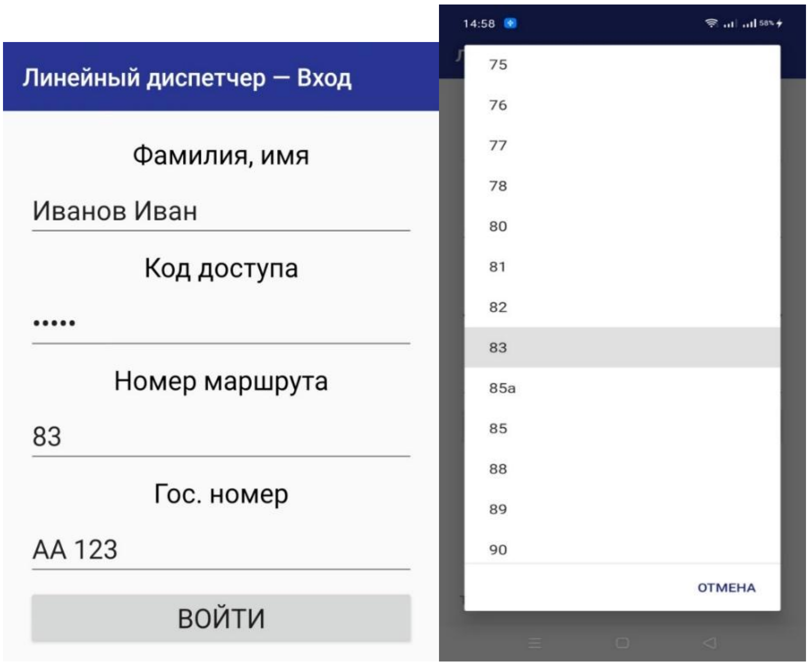
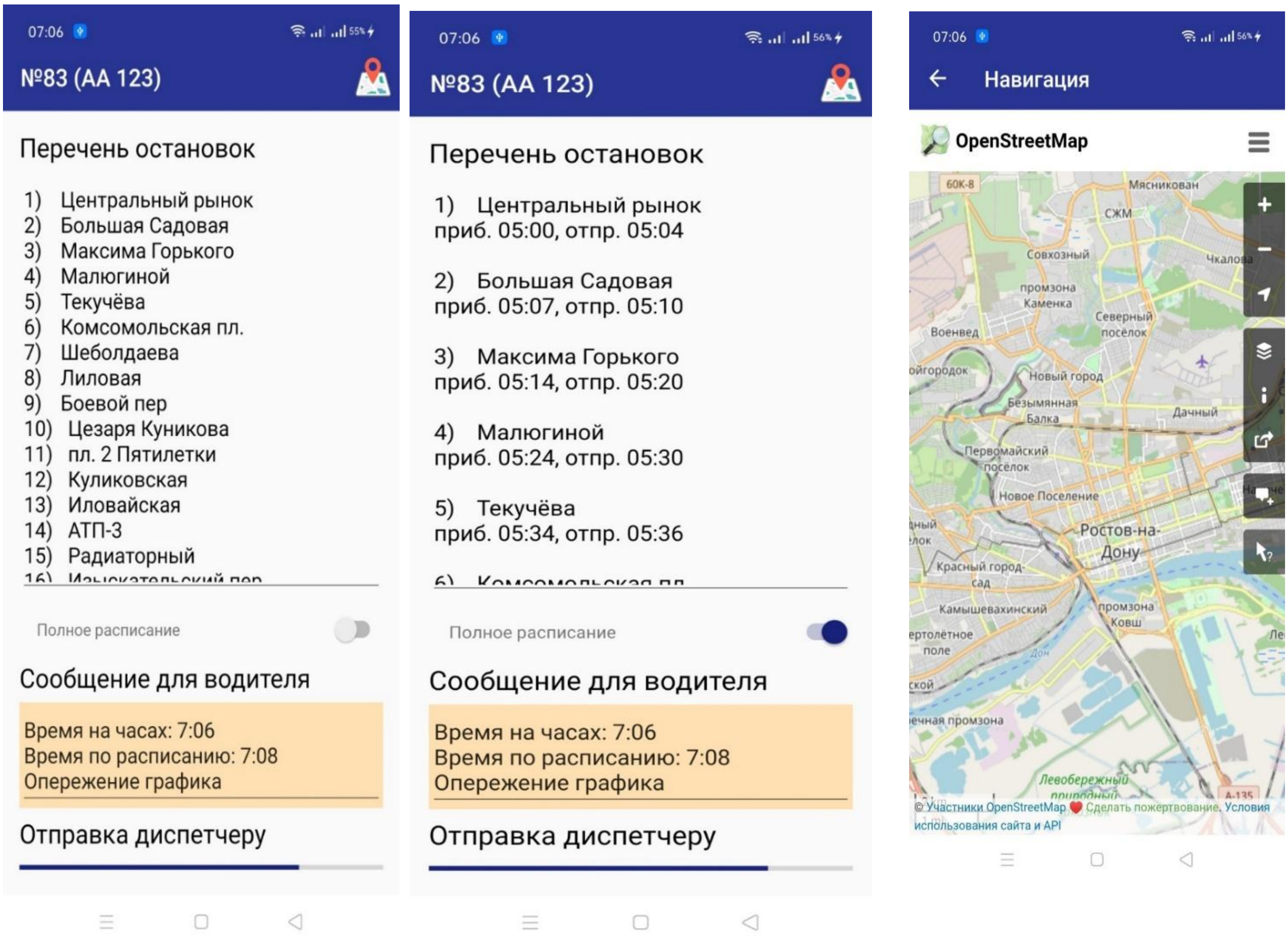


Рис. 5. Начальное меню мобильного приложения и выпадающий список городских автобусов

Описание программы. Мобильное приложение написано на языке C# с использование кроссплатформенной технологии Xamarin.Forms, что позволяет запускать программу на любом смартфоне.

После входа в приложение открывается основное окно программы, в котором отображается перечень остановок и выводится сообщение водителю о соблюдении расписания (рис. 6 а и 6 б) и карта города (рис. 6 в).



а) *б*) *в*)

Рис. 6. Расписание движения: а — перечень остановок и сообщение водителю и диспетчеру; б — перечень остановок с указанием времени прибытия на остановку и времени отъезда; в — навигация по карте мобильного приложения

Все сообщения отправляются диспетчеру. Отставание от графика отмечается красным цветом, а опережение — желтым, чтобы водитель мог быстро ориентироваться по цвету.

Выводы. Современное общество нуждается в постоянном увеличении объемов транспортного сообщения, повышении его надежности, безопасности и качества. Это требует увеличения затрат на улучшение инфраструктуры транспортной сети, превращения ее в гибкую, высокоуправляемую логистическую систему. Предложен алгоритм и разработана программа «Линейный диспетчер». Программа позволяет выбрать любой маршрут г. Ростова-на-Дону, загрузить данные об остановках и времени движения автобуса по маршруту. Программа отслеживает выполнение графика движения водителем и сообщает ему о нарушениях в виде текстового сообщения и цветового сигнала. Разработано мобильное приложение для водителя и диспетчера. Мобильное приложение написано на кроссплатформенной основе, что позволяет установить его на любом смартфоне. Внедрение данной разработки поможет оптимизировать движение общественного транспорта и улучшить экологическую обстановку.

Библиографический список

1. Meskhi, B., Golev, B., Efros, V., Rudoy, D., Olshevskaya, A., Zhurba, V., Chayka, Y. Influence of parameters and location of the tumble inlet porton air charging in the diesel cylinder. E3S Web of Conferences. Innovative Technologies in Environmental Science and Education (ITESE-2019). 2019, vol. 135, p. 01083. https://doi.org/10.1051/e3sconf/201913501083

2. Altybayev, A., Zhanbyrbayev, A., Meskhi, B., Rudoy, D., Olshevskaya, A., Prohorova, A. E3S Web of Conferences. Innovative Technologies in Environmental Science and Education (ITESE-2019). 2019, vol. 135, p. 01078. https://doi.org/10.1051/e3sconf/201913501078

3. Курень, С. Г. Моделирование транспортных потоков: монография / С. Г. Курень, Г. А. Гальченко. — Москва : Изд-во Перо, 2020. —168 с.

4. Эволюция химического состава выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в городе-миллионнике / С. Г. Курень, С. И. Попов, Н. С. Донцов, Е. Г. Зубарева // Инженерный вестник Дона. — 2018. — № 2. — С. 133.

5. Зырянов, В. В. Руководство по моделированию дорожного движения: учеб. пос. / В. В. Зырянов. — Ростов-на-Дону : Изд-во Рост. гос. строит. ун-т, 2015. — 61 с.

6. Nikolaev, N., Marchenko, Yu., Filatov, S. Research and modeling of the taxi service in small towns. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Scientific Conference «Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development» (CATPID-2019). 2019, vol. 698, issue 6, p. 066027. 10.1088/1757-899X/698/6/066027

7. Ilyasov V. V., Meshi B. C., Khang D. Pham, Nguyen, C. V., Holodova, O. M., Zhdanova, T. P., Ershov I. V., Prutsakova, N. V., Popova, I. G. Laser-Induced Engineering of Surface Structures and Properties on Oxygen-Adsorbed TiC(111) Surface: First-Principles Calculations. Advanced Materials. 2018, vol. 207, pp. 127–144. 10.1007/978-3-319-78919-4_11

8. Korotky, A. A., Marchenko, E. V., Popov, S. I., Marchenko, Ju. V., Dontsov, N. S. Theoretical foundations of modeling the process of transport vehicles steel ropes structural defects formation. XIII International Scientific and Practical Conference «State and Prospects for the Development of Agribusiness – INTERAGROMASH 2020»: E3S Web of Conferences. 2020, vol. 175, pp. 05018. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017505018

9. Короткий, А. А. Информационно-коммуникационная логистическая система для оптимизации транспортных маршрутов в урбанизированной среде / А. А. Короткий, Г. А. Гальченко, В. В. Иванов // Вестник Брянского государственного технического университета. — 2018. — № 4 (65). — С. 63–67.

10. Кущенко, С. В. Повышение эффективности организации движения на основе моделирования транспортных потоков : дис. к-та техн. наук / С. В. Кущенко. — Белгород : Изд-во Гос. ун-т - учебно-научно-произв. комплекс, 2012. — 134 с.

11. Фиалкин, В. В. Моделирование транспортного спроса в г. Ростов-на-Дону для изучения нагрузки на дорожную сеть / В. В. Фиалкин, Е. И. Колесников // Молодой исследователь Дона. — 2020. — № 5. — С. 65–69.

12. Якимов, М. Р. Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов / М. Р. Якимов. — Москва : Изд-во Логос, 2013. — 188 с.

Сдана в редакцию 30.03.2021
Запланирована в номер 27.04.2021

Об авторах:

Попов Сергей Иванович, доцент кафедры «Эксплуатация транспортных систем и логистика» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), кандидат технических наук, доцент, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8538-9478, spopov1957@yandex.ru

Гальченко Галина Алексеевна, доцент кафедры «Эксплуатация транспортных систем и логистика» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5966-0423, ggalchenko@inbox.ru

Марченко Юлиана Викторовна, доцент кафедры «Эксплуатация транспортных систем и логистика» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), кандидат технических наук, доцент, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7600-492X, marchenko-6470@mail.ru

Дроздов Дмитрий Сергеевич, студент кафедры «Информатика и вычислительный эксперимент» Южного федерального университета (344090, РФ, г. Ростов-на-Дону, ул. Мильчакова, 8-а), ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0381-1012, ds-drozdov@yandex.ru

Заявленный вклад соавторов:

С. И. Попов — формирование основной концепции, корректировка выводов; Г. А. Гальченко — формирование основной концепции, цели и задачи исследования, разработка алгоритма, анализ результатов исследований, доработка текста, корректировка выводов; Ю. В. Марченко — натурные наблюдения, разработка алгоритма; Д. С. Дроздов — программная реализация на языке С++ программы «Линейный диспетчер» и мобильного приложения.

Submitted 30.03.2021
Scheduled in the issue 27.04.2021

Authors:

Popov, Sergey I., Associate Professor, Department of Operation of Vehicles and Logistics, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, RF, 344003), Cand. Sci., Associate Professor, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8538-9478, spopov1957@yandex.ru

Galchenko, Galina A., Associate Professor, Department of Operation of Vehicles and Logistics, Don State Technical University (1, Gagarin sq. Rostov-on-Don, RF, 344003), Cand. Sci., Senior Researcher, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5966-0423, ggalchenko@inbox.ru

Marchenko, Yulianna V., Associate Professor, Department of Operation of Vehicles and Logistics, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, RF, 344003), Cand. Sci., Associate Professor, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7600-492X, marchenko-6470@mail.ru

Drozdov, Dmitriy S., Student, Department of Computer Science and Computing Experiment, Southern Federal University (8-a, Milchakova st., Rostov-on-Don, RF, 344090) ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0381-1012, ds-drozdov@yandex.ru

Contribution of the authors:

S. I. Popov — formulation of the main concept, correction of the conclusions; G. A. Galchenko — formulation of the main concept, goals and objectives of the study, development of the algorithm, analysis of the research results, revision of the text, correction of the conclusions; Yu. V. Marchenko — field observations, development of the algorithm; D. S. Drozdov — software implementation in C++ of the program "Linear Dispatcher" and the mobile application.